



(11) **EP 0 738 869 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**23.10.1996 Bulletin 1996/43**

**(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F42B 39/20**

**(21) Numéro de dépôt: 96400830.4**

(22) Date de dépôt: 18.04.1996

(84) Etats contractants désignés:  
DE FR GB SE

(30) Priorité: 18.04.1995 FR 9504594

(71) Demandeur: PROTAC  
F-45240 La Ferte Saint-Aubin (FR)

(72) Inventeur: Lollive, Jacky  
92402 Courbevoile Cedex (FR)

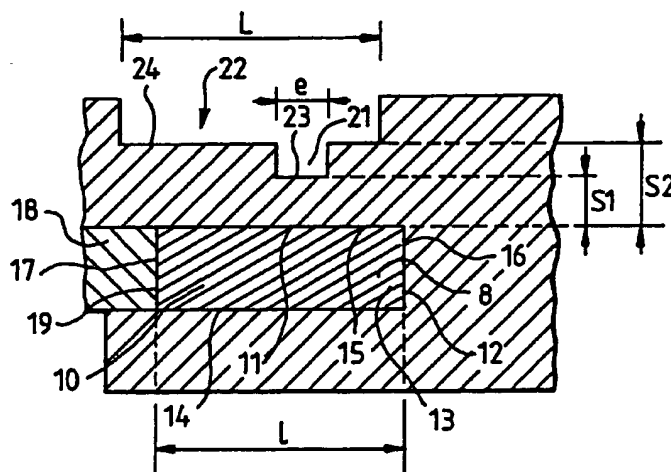
(74) Mandataire: Benoît, Monique et al  
THOMSON-CSF  
SCPI  
B.P. 329  
50, rue Jean-Pierre Timbaud  
92402 Courbevoile Cédex (FR)

**(54) Déconfinement d'une charge militaire contenant un explosif par dilatation différentielle**

(57) Pour assurer le déconfinement d'une matière pyrotechnique contenue dans une enveloppe, il est prévu de pratiquer une ouverture dans l'enveloppe en cas d'élévation de température.

un logement (8). Lors d'une élévation de température, le ou les corps de dilatation (13) transmettent des efforts à une ou plusieurs pièces à casser (2, 28) dont la fracture provoque l'ouverture de l'enveloppe.

Selon l'invention, l'ouverture est réalisée au moyen d'un ou plusieurs corps de dilatation (13) confinés dans



Détail A  
**FIG. 2**

**EP 0 738 869 A1**

## Description

L'invention se situe dans le domaine des enveloppes destinées à recevoir une composition pyrotechnique par exemple un propergol ou un explosif.

Ces enveloppes sont maintenant construites pour permettre un déconfinement de la matière pyrotechnique en cas d'élévation de température due à une cause accidentelle comme par exemple un incendie. Le déconfinement permet la combustion non explosive de la matière pyrotechnique.

De la sorte on n'ajoute pas aux dégâts causés par la chaleur de l'incendie, des dégâts qui seraient dus aux ondes de choc engendrées par des explosions.

Le déconfinement est obtenu par rupture ou ouverture de l'enveloppe en cas d'élévation de température.

L'ouverture de l'enveloppe peut être obtenue de façon connue, par exemple au moyen de trous pratiqués dans l'enveloppe et bouchés avec des matériaux fondant à relativement basse température tels que des alliages au bismuth. Elle peut être obtenue aussi par des verrous réalisés dans des matériaux à mémoire de forme. Ces verrous déverrouillant une pièce de l'enveloppe lorsque par suite d'une élévation de température, ils retrouvent une forme antérieure. Un exemple d'une telle réalisation est connu de la demande de brevet n° FR 2.686.410 au nom de l'Etat Français par exemple. L'ouverture peut aussi être obtenue par le cisaillement, en cas de surpression, de goupilles maintenant une pièce de l'enveloppe comme décrit par exemple dans le brevet USA 4.423.683 pris au nom du Secrétaire d'Etat à la Marine. Pour ces deux derniers exemples, on remarque qu'ils ne seraient certainement pas applicables au cas d'enveloppe de propulseur qui lors de leur fonctionnement normal sont amenées à tenir des pressions élevées. On sait que les matériaux à mémoire de forme ont des caractéristiques de tenue mécanique faible. Les goupilles de cisaillement risqueraient de se cisailer en cours de fonctionnement.

Parmi les solutions visant à la rupture contrôlée de l'enveloppe, on peut citer celle décrite dans le brevet USA 4 084 512 pris également au nom du Secrétaire d'Etat à la Marine. Selon ce brevet, il est proposé de munir l'enveloppe d'une protection thermique extérieure. Des trous traversants de la protection sont comblés avec un pion conducteur débouchant dans une partie de l'enveloppe, affaiblie par la présence de trous borgnes. La chaleur est conduite par le matériau conducteur vers le propergol situé au voisinage des parties affaiblies. Le début de combustion au voisinage de ces parties provoque leur rupture.

Enfin selon le brevet USA 4 458 482 déposé également au nom du Secrétaire d'Etat à la Marine, il est proposé une enveloppe recouverte extérieurement d'une couche de protection thermique. Cette couche n'est pas appliquée sur une partie de la surface extérieure de l'enveloppe. Cette partie a une forme telle qu'en cas de chauffage des contraintes internes sont engendrées dans l'enveloppe. Ces contraintes peuvent d'après

l'inventeur être suffisantes pour engendrer la rupture de l'enveloppe en un point calculé.

Il convient de noter cependant que l'emploi de protections thermiques extérieures entraîne des inconvénients connus et décrits par exemple dans le brevet FR n° 2 656 085 au nom de THOMSON BRANDT ARMEMENTS ou encore dans le brevet USA 3 992 997 déposé au nom du Secrétaire d'Etat à la Marine. Il convient également de noter que la solution proposée dans ce dernier brevet pour palier l'un des inconvénients de ces protections, le manque d'aérodynamisme, n'est pas applicable, lorsque la protection thermique comporte une zone nue, donc en creux. Cette zone est génératrice de turbulences. Il convient de noter enfin que la conception d'une telle zone nue de forme convenable pour engendrer des contraintes de rupture en cas d'incendie nécessite un modèle de transmission de la chaleur et le calcul des contraintes internes engendrées, ou encore de réaliser des expérimentations. On voit donc qu'une telle conception simple dans sa fabrication est coûteuse dans son développement et ne trouverait application que pour des besoins particuliers, pour des matériels fabriqués en grande série.

Selon l'invention pour provoquer la rupture de l'enveloppe en cas d'élévation de température, il est prévu dans l'enveloppe un logement destiné à confiner un corps de dilatation. Ce corps de dilatation comble entièrement le logement. Il a un coefficient de dilatation  $\alpha_2$ . En cas de surchauffe ce corps confiné exerce sur les parois du logement une poussée. C'est cette poussée qui est utilisée pour exercer une contrainte sur au moins une pièce à casser. La contrainte peut être exercée directement ou indirectement sur la pièce à casser. Ainsi dans son mode de réalisation le plus général l'invention est relative à une enveloppe étanche destinée à contenir une matière pyrotechnique et capable de s'ouvrir par rupture d'au moins une pièce, ayant un coefficient de dilatation  $\alpha_1$ , à casser le long d'une surface de fracture lorsque l'enveloppe est soumise à une température extérieure supérieure à une valeur prédéterminée caractérisée en ce que l'enveloppe comprend au moins un logement ayant deux faces d'appui, une première et une seconde sensiblement parallèles à au moins l'une des surfaces de fracture, chaque logement confinant un corps de dilatation de coefficient de dilatation  $\alpha_2$  supérieur à  $\alpha_1$ , chaque corps ayant deux faces d'appui, une première et une seconde, la dilatation de chaque corps de dilatation transmettant, dans une direction sensiblement perpendiculaire à chacune des surfaces de fracture, des efforts à au moins une pièce à casser.

Chaque pièce à casser est cassée par la contrainte de traction qui est exercée au niveau de la partie la plus faible de cette pièce. En règle générale on aura intérêt à préparer la zone de fracture en réalisant un affaiblissement local par l'un des procédés connus dans l'art. Dans le mode préféré de réalisation cet affaiblissement est réalisé au moyen d'une amorce de rupture constituée par une gorge. Les faces d'appui du logement et

du corps de dilatation sont dites sensiblement parallèles à la surface de fracture, et non pas simplement parallèles car il peut être nécessaire pour l'architecture d'ensemble ou pour assurer un meilleur confinement du corps de dilatation d'incliner légèrement les faces d'appui. Les faces d'appui sont situées perpendiculairement à une direction axiale du corps de dilatation perpendiculaire à la surface de fracture.

Deux exemples de réalisation seront maintenant décrit en regard des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une demi coupe longitudinale d'une partie d'un propulseur faisant apparaître une enveloppe comportant l'invention ;
- la figure 2 représente un détail de la figure 1 ;
- la figure 3 est une courbe représentant la contrainte engendrée en fonction de la température pour un exemple de réalisation ;
- la figure 4 est une demi-coupe longitudinale d'une partie d'enveloppe de charge militaire incorporant l'invention.

La figure 1 représente le mode préféré de réalisation. Il s'agit de la partie arrière d'un propulseur 20. Ce propulseur comporte de façon connue une enveloppe 30 constituée de plusieurs parties et notamment d'une virole latérale 1 de révolution autour d'un axe XX' sur laquelle vient se visser un fond arrière 2, lequel fond comporte une tuyère 3 fermée de façon connue par un opercule de tuyère 4 représenté de façon schématique. L'intérieur de l'enveloppe 30 comporte un propergol 5.

De façon connue l'intérieur du fond 2 est protégé par une protection thermique 6. Le fond arrière 2 est vissé sur l'enveloppe au moyen d'un pas de vis 7. Selon l'invention une partie avant du fond 2 comporte un logement annulaire 8. Ce logement à la forme d'un tore engendré par la rotation d'un rectangle autour de l'axe XX' du propulseur. Le logement est ouvert sur l'avant. Il comporte deux faces latérales de révolution autour de XX', une face latérale interne 10 et une face latérale externe 11. Il possède enfin une face 12 qui constitue le fond du logement. L'enveloppe 2 est en acier de coefficient de dilatation  $\alpha_1$ . Une bague 13 de coefficient de dilatation  $\alpha_2$  supérieure à  $\alpha_1$  ayant la même forme torique que le logement 8 remplit celui-ci sur une partie au moins de sa hauteur. La bague 13 est dans cet exemple de réalisation, en zinc. Elle comporte quatre faces, une face de révolution interne 14, cette face est au contact de la face de révolution interne 10 du logement 8, une face de révolution externe 15, cette face est au contact de la face de révolution externe 11 du logement, une face arrière 16, cette face arrière est au contact du fond 12 du logement. La bague 13 comporte enfin une face avant 17. Lorsque le fond arrière 2 est vissé sur la virole 1, une partie arrière 18 de la virole 1 vient combler la partie du logement 8 qui n'est pas rempli par la bague 13. Lorsque le fond est vissé sur la virole, la bague 13 est ainsi comprimée selon une direction parallèle à l'axe XX' entre le fond 12 du logement 8 et une face arrière

19 qui vient en appui sur la face avant 17 de la bague 13. On signale enfin que le fond 2 comporte une gorge 21 constituant une amorce de rupture. Cette gorge est de révolution autour de l'axe XX' et creusée à partir de la surface extérieure du fond 2.

Le fonctionnement de ce dispositif en cas d'élévation de température  $\Delta\theta$  sera maintenant explicité à l'aide de la figure 2. Cette figure représente le détail A de la figure 1.

Sur cette figure 2 représente la dimension de la bague 13 qui est parallèle à l'axe XX'. L représente une longueur qui est prise en compte pour le calcul des allongements relatifs. Il s'agit d'une longueur où l'épaisseur de matière sur laquelle la bague 13 va exercer une contrainte est supérieure à l'épaisseur entre le fond de la gorge 21 et la face externe 11 du logement 8 mais inférieure à des parties situées de part et d'autre d'un creux 22 ayant précisément cette longueur L.  $S_1$  désigne la surface d'une couronne circulaire comprise entre deux cercles, un premier cercle ayant pour diamètre le diamètre de la surface cylindrique constituant le fond 23 de la gorge et un second cercle ayant pour diamètre le diamètre de la surface cylindrique 24 à partir de laquelle est creusée le fond de la gorge 21.

Les contraintes  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  engendrées dans les parties de section  $S_1$  et  $S_2$  respectivement obéissent à l'équation ci-après dans laquelle E représente le module d'Young de l'acier.

$$L\Delta\theta\alpha_2 - [(L-1)\Delta\theta\alpha_2 + L\Delta\theta\alpha_1] = \left[ \frac{\sigma_1 e}{E} + \frac{\sigma_2 (L-e)}{E} \right]$$

$$\text{on a de plus } \sigma_2 = \sigma_1 \frac{S_1}{S_2}$$

La contrainte  $\sigma_1$  dans la section la plus affaiblie est donc

$$\sigma_1 = \frac{L\Delta\theta(\alpha_2 - \alpha_1)E}{e + \frac{S_1}{S_2}(L-e)}$$

Il est donc possible de choisir L, L et e pour obtenir pour une élévation de température  $\Delta\theta$  une contrainte  $\sigma_1$  supérieur à la résistance à la rupture de la section de surface  $S_1$ .

Le mode préféré de réalisation concerne un propulseur de calibre 150 mm. La virole 1 et le fond 2 sont en acier, la bague 13 est en zinc.

Les valeurs numériques sont les suivantes :

Fond arrière 2 :	
Résistance de l'acier :	$108 < R < 128$ hbars
Module d'Young :	$E = 21000$ hbars
Longueur L :	$L = 20$ mm
Largeur gorge de rupture :	$e = 2$ mm
Section du fond :	$S_2 = 2714.3$ mm <sup>2</sup>
Section de rupture :	$S_1 = 879,6$ mm <sup>2</sup>
Coefficient de dilatation :	$\alpha_2 = 1,22 \cdot 10^{-5}$
Bague de dilatation 13 :	
Longueur de la bague :	$\ell = 15$ mm
Coefficient de dilatation :	$\alpha_1 = 3 \cdot 10^{-5}$

La pression en hectobarres exercée sur la surface  $S_1$  en fonction de la température est représentée pour cet exemple figure 3.

Pour cet exemple, la résistance à la rupture de l'acier devrait être atteinte entre 140 et 180°C.

Pour remonter cette température, il suffirait par exemple de réduire la longueur  $\ell$ .

Par exemple, pour  $\ell = 12$  mm, la rupture devrait avoir lieu entre 180 et 230°C.

La figure 4 illustre un second mode de réalisation de l'invention. Cette figure représente une coupe longitudinale d'une partie d'une enveloppe d'une charge militaire, dans laquelle est incorporée l'invention. Cette enveloppe 40 comporte une virole cylindrique 31 de révolution autour d'un axe XX'. Cette virole est fermée sur sa partie arrière, seule représentée figure 4, par un flasque 29 au moyen de goujons 28, par exemple huit goujons réparties régulièrement sur le flasque 29. Ce goujon comporte une tête 27 et une tige 26 terminée par une partie filetée 25. La tige comporte une partie affaiblie 32 par creusement d'une gorge 33 représentée exagérément profonde figure 4. Cette gorge est creusée à partir de la surface extérieure 35 de la tige 26. Chaque goujon 28 contribue au maintien du flasque 29. Chaque goujon 28 vient se visser dans un filetage 34 de la virole. Ce filetage se situe au fond d'un trou borgne 35 d'axe YY' de la virole. Ce trou borgne est creusé à partir de la surface de contact 36 entre la virole 31 et le flasque 29. L'extrémité du trou borgne 35 située du côté de la surface 36 donc opposée au fond comporte une partie 37 dont le diamètre est supérieur au diamètre du fond du trou borgne comportant la partie filetée 34. Cette partie 37 comporte une surface latérale cylindrique 38 et un fond 12 constitué par une couronne annulaire circulaire ayant pour axe l'axe YY' du trou borgne. Le petit cercle de cette couronne a pour diamètre au jeu près le diamètre de la tige 26. Le volume délimité par les surfaces 38, 12 et un cylindre centré sur l'axe YY' du

trou borgne et ayant pour diamètre le diamètre de la tige 26 constitue un logement 8. Ce logement 8 est comblé par un corps de dilatation en forme de couronne torique 13 réalisé dans un matériau de coefficient de dilatation  $\alpha_2$  supérieur au coefficient  $\alpha_1$  du matériau constituant la virole 31 ou la tige 26.

Ce matériau a une face 16 au contact de la face 12 du logement 8. La face opposée 17 de cette couronne est en contact serré avec le flasque 29. Lorsque le goujon 28 est en place le logement 8 est complètement clos.

Il est physiquement délimité d'une part, par les surfaces cylindriques 38 appartenant à la virole et par une partie d'une surface extérieure 35 du goujon 28, ces deux faces étant centrées sur l'axe YY' du trou borgne.

Il est limité d'autre part par une face 39 du flasque supérieur 29 et enfin par la face d'appui 12 de la virole 31.

En cas d'élévation de température les corps de dilatation 13 exercent par leur face 17 une pression suffisante pour casser les tiges 26 des goujons 28.

Naturellement il n'est pas obligatoire que les logements 8 soient annulaires et situés autour des tiges des goujons. Il pourrait par exemple s'agir de trous borgnes non filetés comblés par les corps 13 et fermés par la mise en place du flasque. Il suffit que le flasque soit assez rigide aux températures envisagées pour transmettre l'effort aux goujons ou encore à des parties affaiblies du flasque.

Il pourrait également s'agir d'une même forme annulaire de bague, la partie centrale de la bague 13 constituant le corps de dilatation étant comblé par un pion à casser saillant du flasque, le flasque étant par ailleurs fixé à la virole. Enfin on notera que la solution décrite figure 1 pour un propulseur pourrait s'appliquer à une charge militaire, le fond étant alors remplacé par un flasque. De même la solution décrite figure 4 pourrait s'appliquer à un propulseur.

#### Revendications

1. Enveloppe étanche (30, 40) destinée à contenir une matière pyrotechnique (5) et capable de s'ouvrir par rupture d'au moins une pièce (2, 28), ayant un coefficient de dilatation  $\alpha_1$ , à casser le long d'une surface de fracture lorsque l'enveloppe est soumise à une température extérieure supérieure à une valeur prédéterminée caractérisée en ce que l'enveloppe (30, 40) comprend au moins un logement (8) ayant deux faces d'appui (12, 19, 39) une première (12) et une seconde (39, 19) sensiblement parallèles à au moins l'une des surfaces de fracture, chaque logement (8) confinant un corps de dilatation (13) de coefficient de dilatation  $\alpha_2$  supérieur à  $\alpha_1$ , chaque corps (13) ayant deux faces d'appui (12, 17) une première (12) et une seconde (17), la dilatation de chaque corps de dilatation transmettant des efforts, dans une direction sensiblement perpendiculaire à chacune des surfaces de fracture, à au moins une pièce (2, 28) à casser.

2. Enveloppe selon la revendication 1 caractérisée en ce que au moins un logement est un trou borgne (8) ayant un fond (12) constituant une face d'appui, et une ouverture, le trou étant creusé dans une première pièce (2) de l'enveloppe (30, 40) un corps de dilatation (13) occupant ce trou, une face d'appui (16) du corps étant en appui sur le fond (12), une seconde pièce (1, 29) ayant une face (19, 39) venant en appui sur la seconde face d'appui (17) du corps de dilatation (13). 5 10
3. Enveloppe selon la revendication 2 caractérisée en ce que le trou borgne (8) et le corps de dilatation (13) ont une forme annulaire centrée autour d'un axe. 15
4. Enveloppe selon la revendication 3 caractérisée en ce que la première pièce est un fond arrière (2), le trou borgne (8) étant creusé à partir d'une surface avant du fond (2) et en ce que la seconde pièce est une pièce comportant une partie arrière (18) en forme de virole, une face arrière (19) de cette partie en forme de virole venant en appui sur une face d'appui arrière (17) du corps de dilatation (13), le trou borgne, le corps de dilatation et la virole étant de révolution autour d'un même axe. 20 25
5. Enveloppe selon la revendication 4 caractérisée en ce que la première pièce (2) comporte un affaiblissement (21) de forme annulaire ayant même axe de révolution que le trou borgne (8) de forme annulaire. 30
6. Enveloppe (40) selon la revendication 1 caractérisée en ce que un logement (8) a une forme annulaire ayant deux faces de révolution d'axe YY', une première (38) de diamètre de section droite plus grand qu'une seconde (35), cette seconde face constituant au moins une partie d'une surface extérieure (35) d'une partie (26) d'une pièce à casser (28). 35 40
7. Enveloppe selon la revendication 6 caractérisée en ce que la partie à casser (26) de la pièce à casser (28) comporte un affaiblissement (33). 45
8. Enveloppe selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisée en ce que le corps de dilatation 13 est en zinc. 50
9. Propulseur comportant une enveloppe selon l'une des revendications 1 à 8.
10. Charge militaire comportant une enveloppe selon l'une des revendications 1 à 8. 55

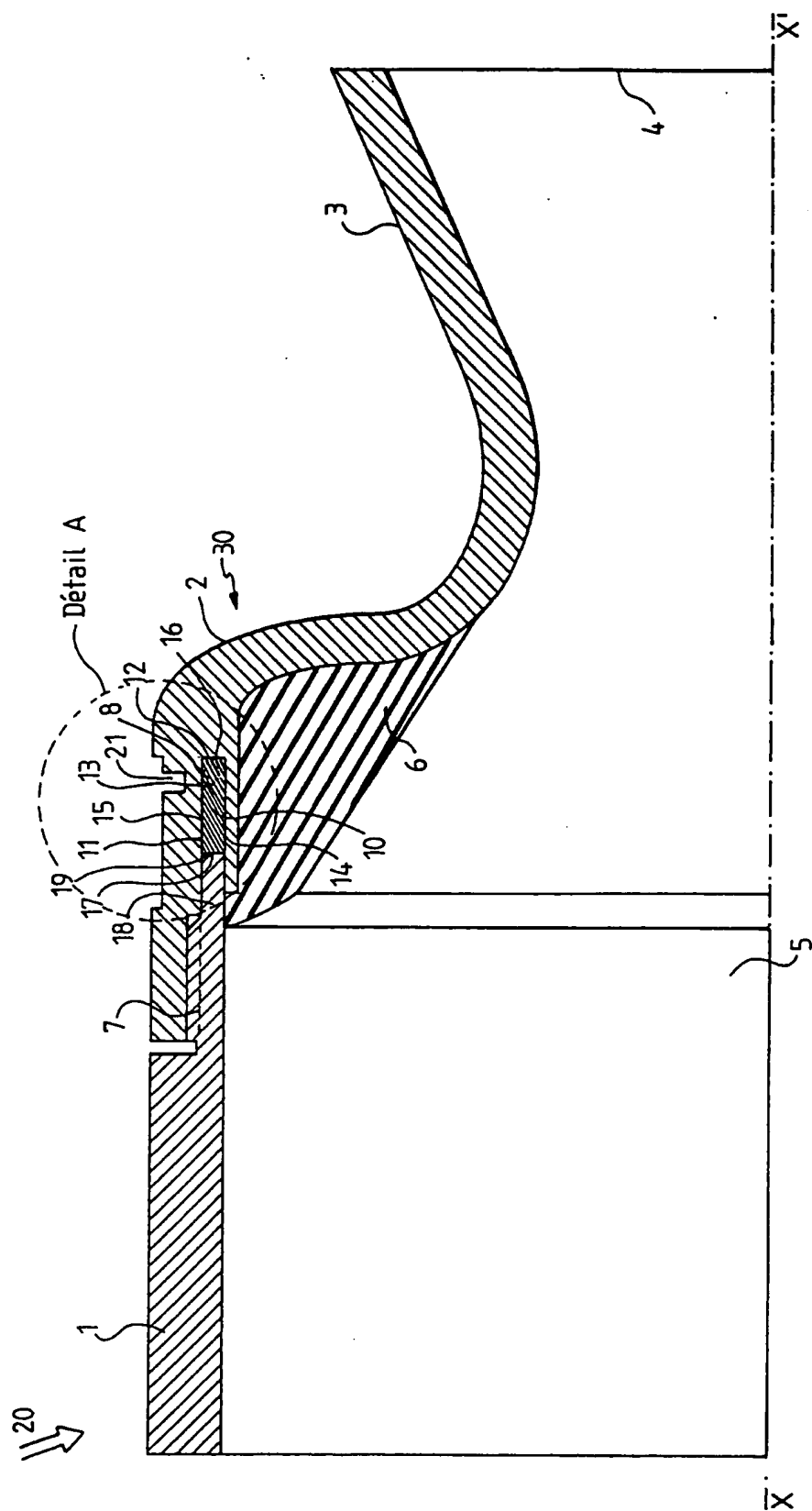
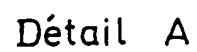


FIG. 1



A line graph showing the relationship between  $\bar{h}$  (kJ/kg) and temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) for water vapor. The y-axis ranges from 0 to 250 in increments of 50. The x-axis ranges from 0 to 350 in increments of 50. A single curve starts at approximately (100, 75) and increases monotonically, passing through points like (150, 110), (200, 145), (250, 180), and (300, 215), ending near (320, 235).

7

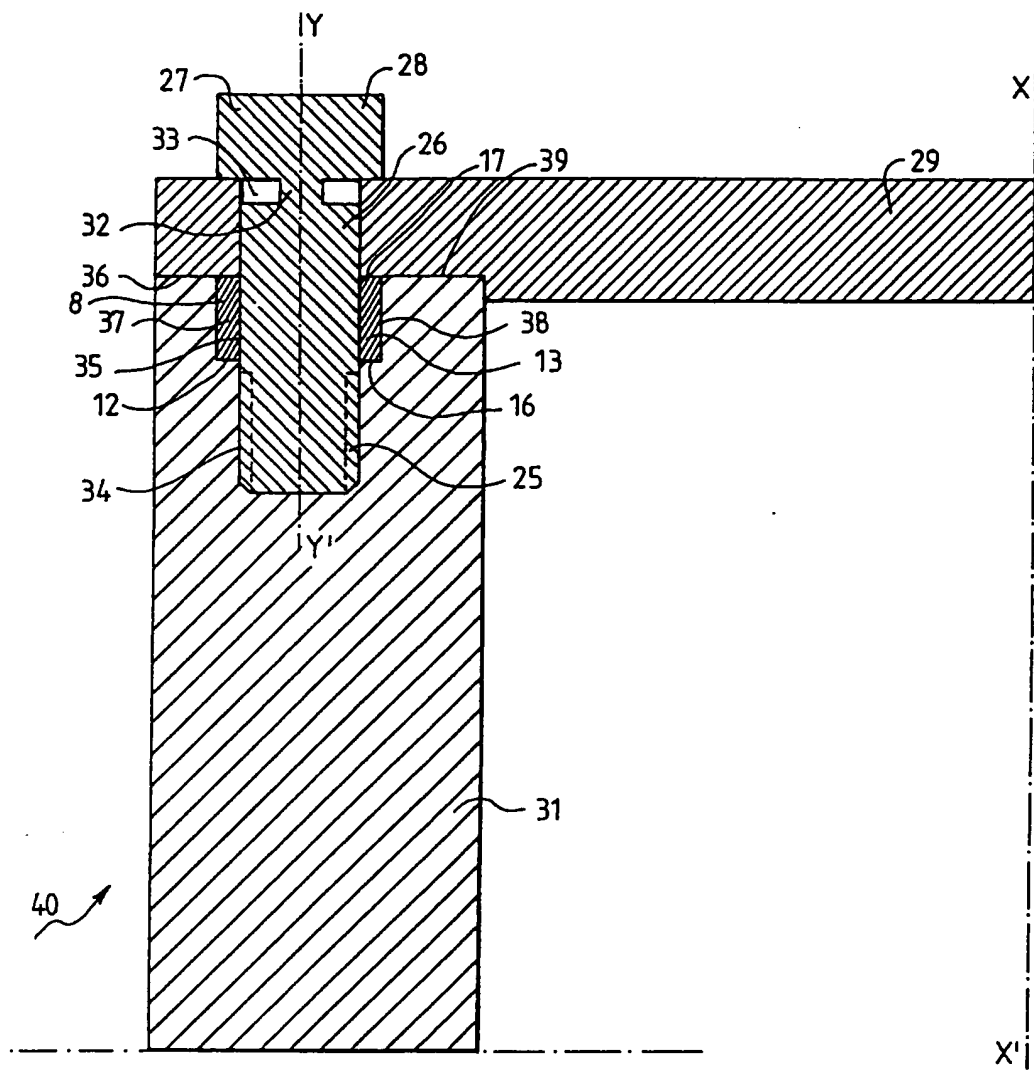


FIG. 4





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 96 40 0830

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US-A-5 361 703 (BRAITHWAITE) * colonne 1, ligne 60 - colonne 2, ligne 24; figures *	1-10	F42B39/20
A	US-A-3 887 991 (PANELLA) * colonne 1, ligne 33 - ligne 54; figures *	1-10	
A	US-A-5 044 154 (ENGLISH, JR. ET AL.) * colonne 2, ligne 31 - colonne 3, ligne 25; figures * * colonne 4, ligne 17 - ligne 48 *	1-10	
A,D	FR-A-2 686 410 (ETAT FRANCAIS) * abrégé; figures *	1	
A,D	FR-A-2 656 085 (THOMSON BRANDT ARMEMENTS) * abrégé; figures *	1	
A,D	US-A-4 423 683 (TELMO) * abrégé; figures *	1	
A,D	US-A-4 084 512 (SAN MIGUEL) * abrégé; figures *	1	
A,D	US-A-4 458 482 (VETTER ET AL.) * abrégé; figures *	1	
A,D	US-A-3 992 997 (MCCUBBIN ET AL.) * abrégé; figure *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE		26 Juin 1996	Olsson, B
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  F : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 (01.92) (P0403)